

Über die Struktur der Längsmuskelschicht
am Uterus des Schweines
und ihre funktionelle Bedeutung

HERMANN WESTERMAYER

Aus der Gynäkologischen und Ambulatorischen
Tierklinik der Tierärztlichen Fakultät der
Universität München

(Vorstand: Professor Dr. W. Baier)

Über die Struktur der Längsmuskelschicht am
Uterus des Schweines und ihre funktionelle
Bedeutung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilian-
Universität München

von

Hermann Westermayer

aus Schwaiganger bei Murnau



München 1958

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Zipf

Referent: Prof. Dr. W. Baier

Tag der Promotion: 25. Juli 1958

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Literatur	2
Material und Methodik	11
Untersuchungen am ingraviden Uterus des Schweines	12
Untersuchungen am graviden Uterus des Schweines	16
Untersuchungen über den Übergang der Längsmuskulatur auf Eileiter und Cervix	18
Schlußbetrachtung	20
Zusammenfassung	24
Schrifttum	25



Digitized by the Internet Archive
in 2026

E i n l e i t u n g

Der anatomisch-histologische Aufbau des Myometriums ist seit längerem schon am Menschen gründlich dargelegt und dort der Besonderheit des Aufbaues wegen meist in seiner Gesamtheit untersucht und dargestellt. Da sich aber am Säugetieruterus durch seine Form als Uterus bicornis, mit Ausnahme der Primaten, andere Verhältnisse ergeben, ist dabei eine gesonderte Betrachtung der einzelnen Muskelschichten notwendig. LEIBRECHT (1953) untersuchte die Struktur und Funktion der Ringmuskulatur am Uterus von Rind und Schwein. In Fortsetzung dieser Arbeit soll nun die Längsmuskulatur des Schweines einer eigenen näheren Untersuchung unterzogen werden, um deren Anteil am Aufbau der Gebärmutter und ihre Funktion am Geburtsvorgang darzutun.

L i t e r a t u r

Die ersten eingehenderen Untersuchungen über die Muskulatur der Gebärmutter wurden am Menschen durchgeführt und beschrieben. Im Allgemeinen behandeln die älteren Autoren dabei den graviden Uterus, da sich an ihm, im Gegensatz zum ingraviden Uterus, eine deutlichere Schichtung der Muskelwand feststellen läßt. Es sei aber vorweggenommen, daß sich über eine ausgeprägte Längsmuskelschicht verhältnismäßig wenige Angaben in der humanmedizinischen Literatur finden lassen. Es ist dies dadurch bedingt, daß die Längsmuskulatur hinsichtlich ihrer Beteiligung am Aufbau des menschlichen Myometriums und ihrer Bedeutung bei der physiologischen Funktion der Geburt keine so wesentliche Rolle zu spielen scheint wie beim Säugetier. Trotzdem sei aber auf die dortigen Untersuchungen eingegangen, da sie für die bei manchen Tieren deutlicher feststellbaren Strukturen, vor allen Dingen aber beim vergleichenden Studium der Funktion des Uterus, von Interesse sind.

Die Entwicklung des Uterus hat beim Menschen phylogenetisch gesehen eine besondere Stufe erreicht. Die im embryonalen Zustand paarige Anlage hat sich bei ihm zu einem unpaaren Organ weiterentwickelt. Diesen Aufbau, durch die Verschmelzung der Müller'schen Gänge entstanden, und die dadurch bedingte komplizierte Struktur des menschlichen Myometriums versuchten HOFFMANN (1876), BAYER (1885), WERTH und GRUSDEW (1898) genetisch zu erklären.

WERTH und GRUSDEW kommen bei ihren Untersuchungen zu einer genaueren Darstellung einer Longitudinalschicht, die sie im Gegensatz zu einer aus der primären Muskulatur, dem Archimyometrium, entstandenen zirkulären Schicht als eine aus der sekundären, dem Paramyometrium, entstandene longitudinale Schicht bezeichnen: "Die sekundäre Muskulatur, das Paramyometrium, entsteht innerhalb bereits fertigen Bindegewebes an Ort und Stelle aus den bereits vorhandene

Bindegewebszellen, schichtweise von der Peripherie der Kernmuskulatur bis zur peritonealen Oberfläche fortschreitend".HOFFMANN (1876) und BAYER (1885) dagegen fügen den Aufbau der sekundären Muskulatur mit in den Aufbau der Primordialmuskulatur ein, treffen also keine deutliche Unterscheidung einzelner Schichten.

Über die Schichtung der menschlichen Uterusmuskulatur wurde von älteren Autoren vielfach versucht eine Systematik aufzustellen. Während einige Autoren eine Einteilung der Muskelwand des menschlichen Uterus in einzelne Schichten getroffen haben, hat diese Ansicht in der Humanmedizin immer mehr verloren, und es wird hinsichtlich der Longitudinalis meist nur mehr von einer subserösen Muskellage gesprochen, die in Aufbau und Funktion als bedeutungslos dargestellt wird.

Vor allen anderen Untersuchungen ist es die Arbeit von GOERTTLER (1930), die wesentlich dazu beitrug, die Frage nach der Architektur des menschlichen Myometriums zu beantworten und zu einer Erklärung einer systemgerechten Funktion der Uterusmuskulatur zu gelangen. In der interessanten und ausführlichen Beschreibung seiner Untersuchungsergebnisse kommt GOERTTLER die Gesamtmuskulatur betreffend zu folgendem Ergebnis: Die nach früheren Autoren so kompliziert gebaute Muskelwand der Gebärmutter besitzt eine dem Schema nach klare und regelmäßige Struktur. Durch eine neuartige histologische Untersuchungsmethode findet er bei systemgerechten Schnitten überall dieselbe Gitterfaserstruktur, d.h. alle Muskelbündel haben annähernd dieselbe Dicke und kreuzen sich unter größer bzw. kleiner werdenden Winkeln, (sh. Schema, Abb. 1). Daraus folgerte er weiter, daß die Uteruswand aus gegenläufigen Spiralsystemen aufgebaut sein müsse, deren Fasern von rechts und links kommend, von außen nach innen verlaufen und sich an jeder Stelle der Wand in charakteristischen Winkeln kreuzen: "Sie sind im Fundus und im oberen Corpusabschnitt durchweg rechte und nehmen dann abwärts immer stumpfere Formen

an, um schließlich im Cervix nur wenig unter 180° zu liegen."

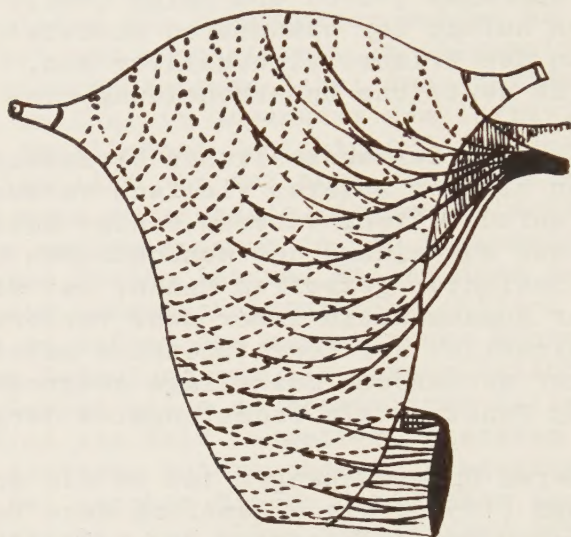


Abb. 1, Schema der Faseranordnung im Uterus.
Goerttler, Morph. Jb. 65.

Für vorliegende Arbeit ist wesentlich, was GOERTTLER über Sekundär- und Längsmuskulatur schreibt: "Die Fasern, welche von außen her an den Uterus herantreten (im Schema ausgezogen) und seine Wand in ihrer Außenschicht verstärken, strahlen - die untersten zuerst - in das gleichseitige Fasersystem ein und überschreiten außen nicht viel die Mittellinie.

Sie bilden deshalb vorn und hinten eine sehr deutliche mittlere Längsrappe über dem ganzen corpus uteri

Bis zu ihrer Einstrahlung wird die Verlaufsrichtung dieser Fasern bestimmt durch die Lage ihres Ursprungsortes außerhalb des Uterus, so daß die Außenschichten der Uteruswand bei nur oberflächlicher Betrachtung ganz selbständig erscheinen und scheinbar den mittleren und tieferen Lagen der Muskulatur nicht ganz gleichgeordnet sind. Sie nehmen, von außen an die Gebärmutter

herantretend, zunächst einen ausgesprochen oberflächensparallelen Verlauf, vor allen Dingen in ihren äußeren bis zur Mitte reichenden Lagen (Schema). Ich habe mich aber nicht davon überzeugen können, daß die supravasculäre Schicht damit das Bauprinzip der mittleren Uteruswand wirklich durchbricht denn trotzdem verlaufen auch alle diese Fasern von außen nach innen und sind so nichts weiter als mehr oder weniger lange Außenstücke von Muskelspiralen. Es ist ganz unmöglich, diese Schicht als eine gesonderte Lage zu präparieren, sie strahlen früher oder später alle - die untersten und periphersten zuerst (siehe Schema) - in die Stammuskulatur des Uterus ein und fügen sich damit dem allgemeinen auch für sie gültigen Bauplan

Die einzig scheinbare Abweichung kommt dadurch zustande, daß die vom lig. ov. propr. und lig. teres kommenden Faserzüge in der Mittellinie sagittal verlaufende Fasern abzweigen, welche den Fundus an dieser Stelle bogenförmig umgreifen

In meinem Schema fehlen, um unnötige Komplizierung zu vermeiden, die äußerst zarten subserösen Längsmuskelfasern, welche sich aus der Längsmuskulatur der Tube ableiten, sowie die äußeren von der Vagina aufsteigenden Längsmuskeln der cervix. Auch diese Fasern strahlen alle radiär in die Stammuskulatur der cervix

Diese zum Teil heute noch anerkannten Ergebnisse haben in neuerer Zeit etlichen Widerspruch ausgelöst. So sprechen die Befunde WAGNERS (1950) gegen die Existenz einheitlich durchlaufender, langer Muskelspiralen, dagegen für den Aufbau des Myometriums in Gestalt eines dreidimensionalen Netzwerkes mit sich vielfach verzweigenden und durchdringenden Muskelbündeln. Frühere Autoren (TERRUHN, 1927) beschrieben ebenfalls einen netzartigen Aufbau mit einer zur Oberfläche parallelen lamellenartigen Anordnung der Muskelfasern. Besonders RUGE (1881) hat diesen lamellenartigen Aufbau näher untersucht und beschreibt ihn folgend: "Diese an geeigneten Objekten leicht nachweisbare Struktur erhält dadurch noch eine Modifikation, die für Kontraktionen, wie für

die Erklärung der Funktion, von außerordentlicher, ja wesentlicher Bedeutung ist, daß sich nämlich zwischen den einzelnen Lamellen stärkere und schwächere, herüber und hinübergelungene Muskelverbindungsstränge finden, die auch untereinander ziemlich parallel verlaufen. Durch die ursprünglichen Lamellen und diese Verbindungsbrücken entstehen rhomboide Figuren; nennen wir sie Muskelrhomboide. Die Wand des Uterus erhält neben dem lamellosen bei genauerer Durchmusterung auch das Aussehen eines Maschenwerkes, und ist einem Netz zu vergleichen, welches in einer Richtung stark angezogen ist, wodurch die Maschen langgestreckte mit fast parallel verlaufenden Wänden versehene rhomboide Formen bilden."

Die umfangreichsten Untersuchungen über den netzartigen Aufbau des Myometriums führte STIEVE (1929) durch, der auch näher auf eine Longitudinalis eingeht und beim ingraviden Uterus eine dichte Lagerung der oberflächlichen Muskelzellen beschreibt, deren Abgrenzung voneinander sehr schwierig ist. Er führt aus, "daß alle Muskelzellen in der Wand der Gebärmutter eine einzige große Protoplasmamasse darstellen, die ähnlich wie der Herzmuskel als dreidimensionales Netz bezeichnet werden muß." Bei Untersuchungen am graviden Uterus stellt er fest, daß die Muskelzüge zwar aufgelockert, die dichtesten Züge aber immer noch in der Längsmuskulatur zu finden sind. Die Längsmuskulatur bildet auch hier ein Netzwerk syncytialen Charakters von langen und breiten Fasern ohne Ende. Interessant ist weiterhin ein Befund über die Längsmuskulatur an einem menschlichen Uterus bicornis am Ende der Schwangerschaft. Im graviden und ingraviden Horn herrschen bezüglich der Längsmuskulatur dieselben Verhältnisse wie am graviden bzw. ingraviden Uterus unicornis.

Wesentlich einfacher und klarer hingegen verhalten sich die Strukturverhältnisse am Myometrium unserer Haustiere. Hier finden wir von einigen Ausnahmen abgesehen überall die Beschreibung einer

Einteilung der Muskelschichten in drei Lagen, die auch heute noch als allgemein gültig angesehen wird: Eine äußere Längsfaserschicht, eine sich darunter befindende Gefäßschicht und eine innere Kreisfaserschicht. Schon die ersten Arbeiten stützen sich auf diese Einteilung, wenn auch hinsichtlich der zweiten Schicht einzelne Autoren in ihrer Auffassung nicht übereinstimmen. Über die Struktur als solche, also das Bestehen einer längsgerichteten und einer zirkulärverlaufenden Muskulatur, gibt es kaum eine Darstellung, die abweichender Meinung ist. KILIAN (1830), der seine Untersuchungen an Kaninchen, Meer-schweinchen und Hunden durchgeführt hat, nimmt an, daß die kontraktilen Elemente der Gebärmutter in zirkulärer und longitudinaler Richtung gelagert sind. WILLIAMS (1875) und ELLENBERGER (1879) versuchten die Muskulaturverhältnisse am Uterus denen des Darms gleichzusetzen, wurden aber von SOBOTTA (1891), später von BEILLING (1906), in ihrer Auffassung widerlegt. Diese beiden Autoren sind es auch, die bei vergleichenden Studien über die Morphologie des Uterus bei Mensch und Tier (SOBOTTA) und einzelnen Tieren untereinander (BEILLING) zu größtenteils heute noch gültigen Ergebnissen gelangten. So schreibt SOBOTTA über die Längsmuskulatur: "Die Entwicklung der beiden Hauptmuskelschichten der Uterusmuskulatur wechselt ungeheuer in der Reihe der hier untersuchten Tiere. Bei den Nagern mit langen Uterushörnern ist die longitudinale subseröse Schicht oft stärker als die eigentlich zirkuläre Uterusmuskulatur; fast ebenso stark ist sie bei den Raubtieren und Schweinen, deren Uterushörner gleichfalls lang sind und meist eine große Anzahl von Früchten beherbergen. Beim Schaf und Kalb wird diese Muskulatur schon zu Gunsten der inneren Schicht erheblich schwächer und bildet aber auch hier noch eine vollkommen selbständige Schicht. Beim Affen verliert sie diese Selbständigkeit, verwächst mit der inneren Schicht und tritt gegen diese schon erheblich in den Hintergrund. Beim Menschen schließlich findet man nur

noch spärliche Reste." über den Uterus des Schweines schreibt SOBOTTA im Besonderen: "Derselbe stellt ein starkes muskulöses Organ mit langen gewundenen Hörnern dar. Die Hörner laufen, wie wir es schon bei den vorher besprochenen Formen gesehen hatten, zusammen, indem sie anfangs von der gemeinsamen Längsmuskulatur umhüllt werden, später aber auch die Ringmuskelschicht und das Lumen verschmilzt. Die Ringmuskulatur ist auch hier schon etwas stärker als die Längsmuskulatur. Beide stellen sehr dichte und kompakte Schichten dar und lassen keine scharfe Trennung in einzelne Bündel erkennen. Die gefäßführende Zwischenschicht ist hier merkwürdig schwach entwickelt und fast nur neben der Ansatzstelle des Ligamentum latum deutlich. An den anderen Stellen, namentlich gegenüber dem Ansatz des Ligaments, liegen beide Muskelschichten dicht aneinander, wenn auch immerhin noch scharf gesondert, namentlich in Bezug auf ihre Richtung. Die Längsmuskulatur geht kontinuierlich in die Muskulatur des Ligamentum latum über, welches in der Nähe des Uterus so stark muskulös ist, daß fast die ganze Masse des dicken Bandes aus Muskulatur besteht."

BEILLING (1906) bestätigt diese Tendenz der accessorischen Muskulatur, d.h. der mit den Bauchfellblättern an den Uterus gelangenden Muskulatur, sich mit der Längsmuskulatur zu einem funktionellen Ganzen zu verbinden. Eingehender auf die Anatomie und Funktion der Ligamenta lata und ihrer Muskulatur beim Schwein sind die Untersuchungen BREDNOWs (1927), der die Ligamenta lata embryologisch wie im ganzen Leben als Ausgangspunkt für die Longitudinalis darstellt und ihnen für das ruhende wie tätige Organ wesentliche Funktionen zumißt.

Fast übereinstimmend wird eine Verbindung der beiden Hauptmuskelschichten durch Übergang von Fasern aus der Longitudinalis in die Zirkularis abgelehnt. Eine Ausnahme bildet die Arbeit von LUDWIG (1952) über den Uterus der Ratte. Nach seinen Befunden beginnt das einzelne Muskelbündel unter der Serosa, geht aus der Longitudinalis steil

absteigend in die Zirkularis über und bildet dort ein dem GOERTTLERSchen Schema ähnliches, spiegelbildlich sich kreuzendes Fasersystem. Diese Ansicht wurde jedoch beim Schwein durch die Untersuchungen von LEIBRECHT (1953) nicht bestätigt.

NAGLER (1956) geht in seiner Darstellung über die Struktur und Funktion des Schweineuterus im wesentlichen auf die Struktur und den Mechanismus des Hornmündungsverschlusses ein, kommt aber hinsichtlich der Arbeit von LUDWIG (1952) übereinstimmend mit LEIBRECHT (1953) zu dem Ergebnis, daß die Longitudinalis am Schweineuterus weitgehend als selbständige Schicht betrachtet werden muß und keine Einheit mit der Zirkularis bildet. Nach seinen Untersuchungen erfolgt die Vereinigung der Längsmuskelbündel beider Hörner über dem intercornualen Septum, ohne jedoch an dem Aufbau desselben und an der Bildung des Hornmündungsverschlusses auf Grund der Selbständigkeit beider Muskelschichten der Gebärmutter beteiligt zu sein. In funktioneller Hinsicht folgert NAGLER (1956) daraus: "Die Längsmuskulatur, die mit der Kreismuskelschicht keine Einheit bildet, wirkt bei der Austreibung des Ferkels aus dem Uterus offenbar so, daß bei festgestelltem Hornverschlußmechanismus und einer Kontraktion der Längsfaserschicht zu ihm hin der Geburtsschlauch gerafft und über die austretende Frucht hinweggezogen wird."

Über den Aufbau der menschlichen Tubenmuskulatur berichten KIPFER (1948) und BARGMANN (1951) von einer eigenen Längsmuskulatur des Eileiters, wobei BARGMANN von einer kontinuierlichen Verbindung der äußeren Längszüge mit der starken inneren Schicht spricht. Für die Haustiere schreibt TRAUTMANN - FIEBIGER (1949) ebenfalls von einer der Tube eigenen Längsmuskelschicht, während sie von SCHMALTZ (1911) allgemein abgelehnt wird, wobei er über den Eileiter des Schweines im Besonderen darlegt: "Die äußere Längsmuskelschicht ist an der Extremitas uterina gut ausgebildet und stammt sowohl aus der Mesosalpinx wie in unmittelbarer Fortsetzung vom Uterus. Ihre Stärke vermindert sich jedoch bald,

und vor dem Ostium abdominale hört sie auf."

An Hand des Schrifttums ist herauszustellen, daß am Uterus des Menschen die Längsmuskulatur als sehr dünne Schicht morphologisch und funktionell ohne besondere Bedeutung zu sein scheint. Die beschriebene sekundär in den menschlichen Uterus einstrahlende Muskulatur ist, wie aus den Angaben über den Uterus der Tiere hervorgeht, vergleichend von Interesse, da sie beim Menschen in die Hauptmasse des Myometriums einstrahlt, während sie bei den meisten Tieren allein zur Verstärkung der Längsmuskulatur dient.

Was den Uterus der Säugetiere anlangt, so geht aus den Angaben hervor, daß die Einteilung des Myometriums in 3 Schichten als allgemein gültig angesehen wird. Ferner wird die Längsmuskulatur, besonders beim Schwein, als wichtiger struktureller und funktioneller Bestandteil der Uteruswand betrachtet.

M a t e r i a l u n d M e t h o d i k .

Zur Untersuchung gelangten Uteri, wie sie nach der Schlachtung zur Verfügung standen. Die Strukturverhältnisse der Längsmuskulatur wurden am ingraviden und gravidem Uterus makroskopisch und mikroskopisch untersucht. Bei der makroskopischen Untersuchung wurden in Formol fixierte Stücke der gesamten Uteruswand in ungedehntem und gedehntem Zustand auf Holzbrettchen gespannt (die Größe der Stücke betrug von 1 cm x 1 cm bis 3 cm x 4 cm) und versucht von außen durch Abziehen der Serosa, wie auch von innen durch Abtragen der Muskosa und Ringmuskulatur, Einblick in die Struktur der Längsmuskulatur zu gewinnen. Es gelang dies mit einigen Schwierigkeiten mittels feiner Pinzetten, noch am besten aber und einfachsten mit den Fingern. Dabei wurden die Präparate mit 50 %igem Alkohol feucht gehalten. Beim Abziehen der Serosa stellte es sich heraus, daß es empfehlenswert ist, die Präparate nach Formolfixierung und Entwässerung in aufsteigender Alkoholreihe drei bis acht Tage wieder in 50 %igen Alkohol zu bringen, da dann die Struktur der Längsmuskulatur unter der Serosa am deutlichsten zu Tage tritt. Anschließend wurde mit Azokarmin B gefärbt und sowohl weiter zu Trockenpräparaten behandelt, wie auch vorsichtig im Brutschrank getrocknet. Diese Trocknung erwies sich an dünnen Stücken als ungünstig, da sie leicht zu Schrumpfungen führte. Um Untersuchungen bei durchscheinendem Licht, das sich in seiner Stärke nach der Dicke des Präparates richtete, durchzuführen, wurden Längsstreifen über einen Objektträger gespannt, die Faserrichtung parallel der Objektträgerlänge, und der Verlauf einzelner Muskelbündel durch Abziehen verfolgt. Zur mikroskopischen Betrachtung wurden mit dem Gefriermikrotom 20 - 150 μ dicke Quer- und Längsschnitte der Longitudinalis von frischen, wie auch von in Formol und Bouin'scher Lösung fixierten Uteri angefertigt. Flachschnitte wurden aus gedehnten und ungedehnten Wandstücken entnommen und gaben am ehesten Aufschluß über die Strukturverhältnisse. Die mikroskopischen Präparate wurden nach der Azanmethode und nach van Gieson gefärbt.

U n t e r s u c h u n g e n a m i n g r a v i - d e n U t e r u s d e s S c h w e i n e s .

Will man sich einen Überblick über die Strukturverhältnisse an der Längsmuskulatur der Gebärmutter beim Schwein verschaffen, so erscheint es am zweckmäßigsten, sowohl hinsichtlich der Darstellung, wie auch der Präparation, von den Ligamenta lata auszugehen. Sie enthalten neben Gefäßen und bindegewebigen Elementen ja auch zahlreiche Muskelbündel, die in die Longitudinalis einstrahlen und sich eng mit ihr verflechten. Diese Muskelbündel und -fasern, die zum Teil senkrecht gegen das Uterushorn gerichtet sind, zum Teil aber ungeordnet unter der Serosa und um die Gefäße gruppiert liegen, verschmelzen an allen Abschnitten der Insertionsstelle des Bandes vollkommen mit der Längsmuskulatur. Sie findet als eigentliche längsgerichtete Muskulatur ihren Anfang bereits vor der Ansatzstelle des Bandes in einer dünnen Schicht und wird durch die aus dem Ligamentum stammenden Muskelbündel und -fasern an ihrer Innenseite verstärkt, wobei sich diese muskulösen Elemente im Abschnitt des Uteruskörpers kaudalwärts richten, im Hornabschnitt kaudal und kranial, gegen die Hornspitze zu wieder mehr kranial sich umbiegend in die Longitudinalis einordnen. Hinsichtlich der Dichte, Stärke und Richtung der Muskulatur im Ligamentum latum lassen sich beim Schwein keine genauen Angaben machen, da auch bei Uteri gleichen Alters und gleicher Funktionsphase zum Teil erhebliche Schwankungen bestehen. Die Längsmuskulatur umschließt nun weiter die Gebärmutter sackartig, wobei sie im Bereich der Bandinsertion der Ringmuskulatur nirgends fest anliegt, sondern wie auf Querschnitten deutlich zu erkennen ist, einen dreieckigen Raum freiläßt, der durch die Bestandteile der Vascularis ausgefüllt wird. Gegen den Uterushornscheitel zu nimmt die Längsmuskulatur sowohl an Dichte wie auch an Stärke zu und erreicht an dem der Insertionsstelle gegenüberliegenden Bereich oft die Stärke der Ringmuskulatur. Hier sind beide Muskelschichten ganz

eng aneinandergefügt und lassen eine Trennung durch die Vascularis kaum mehr erkennen.

Unterzieht man nun die Struktur der Longitudinalis einer genaueren Analyse, dann erkennt man in allen Uterusabschnitten ein langgestrecktes rhomboides Netzwerk, bestehend aus langen Muskelbündeln, die durch Zellbrücken miteinander verbunden sind. (Abb.2). Am Hornscheitel hat man zwar am ingravidem Uterus den Eindruck, als ob es sich nur um parallel und eng aneinanderliegende Muskelstreifen handelt, betrachtet man aber ein gedehntes Schnittpräparat dieser Stelle, dann läßt sich deutlich dieses Netzwerk sehen. Bestätigt wird dieses Ergebnis durch die Untersuchungen am gravidem Uterus. Es ist dies ferner auch schon daraus zu schließen, daß bei dem Versuch, einzelne Muskelfasern aus der kompakten Muscularis zu lösen, es nicht gelang eine klare Trennung zu erzielen, vielmehr wurden immer die anliegenden Muskelbündel in Mitleidenschaft gezogen und selbst bei sorgfältigster Präparation konnten die Zellbrücken nicht von dem einzelnen Bündel isoliert werden. Es ist nun am ingravidem Uterus des Schweines sehr schwierig sowohl von der Außen-, als auch von der Innenfläche nach Abtragen der Serosa, bzw. der Vascularis eine so klar zu Tage tretende Struktur der Längsmuskulatur zu erkennen, wie sie LEIBRECHT an der Zirkularis beschreibt. Zumal die Innenfläche der Longitudinalis besitzt eine sehr glatte Oberfläche und läßt sich deshalb nicht zu einer Klärung der Strukturverhältnisse heranziehen. Eines läßt sich aber deutlich erkennen: Die beiden Muskelschichten laufen in ihrer Richtung vollständig von einander getrennt und die sehr geringe Anzahl von Muskelfasern, die von der Longitudinalis in die Zirkularis einstrahlt und meist eine Begleitung der Gefäße bildet, ist strukturell und funktionell als vollkommen bedeutungslos zu betrachten.

Ein besonderes Verhalten weist die Längsmuskulatur im Bereich der Bifurkation auf. Begegnet man in allen anderen Abschnitten des Uterus einer im Allgemeinen dichten Longitudinalis, so findet man hier

eine besenartige Aufsplitterung der Muskelbündel in Fasern, die von den Uterushörnern kommend in spitzem Winkel zusammentreffen (Abb.3). Sie strahlen allerdings kaum über die gedachte Mittellinie des scheinbaren Uteruskörpers hinaus, sondern verbinden sich eng mit den Fasern der gegenüberliegenden Seite, um nach kaudal wieder parallel zur Uterusachse zu laufen. Der kraniale Teil dieser Fasern strebt direkt aufeinander zu, schiebt sich ineinander und bildet so einen Bügel, der die äußere Teilungsstelle der Uterushörner bedeckt. Letzteres ist entsprechend auch im Ligamentum intercornuale der Fall, nur daß hier die ineinander übergehende Muskulatur mehr aus Bündeln gebildet wird.

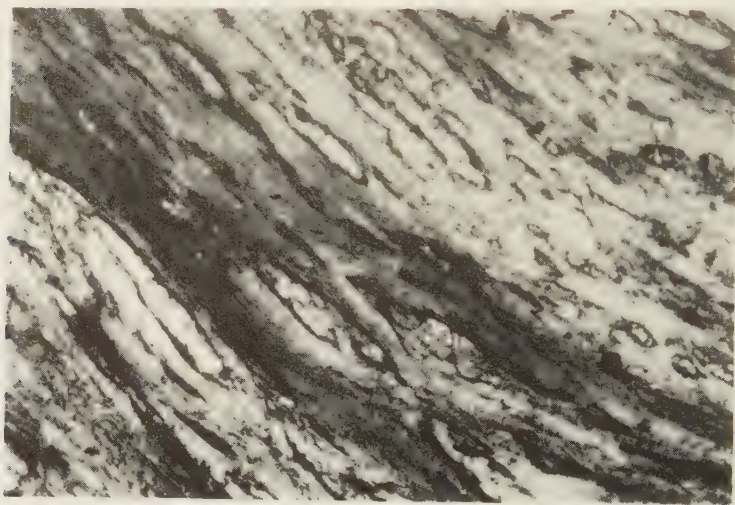


Abb. 2. Gedeckte Längsmuskulatur eines graviden Uterus im mittleren Hornabschnitt. Mikrophotographie, 50-fache Vergrößerung.

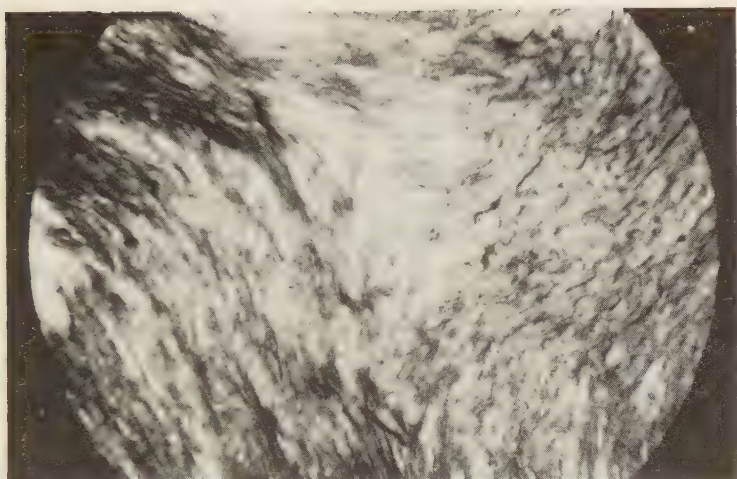


Abb. 3. Übergangsstelle der Längsmuskulatur beider Hörner im scheinbaren Uteruskörperbereich. Mikrophotographie, 30-fache Vergrößerung.

U n t e r s u c h u n g e n a m g r a v i d e n U t e r u s d e s S c h w e i n e s .

Sehr eindrucksvoll findet man die vorhergehenden Ergebnisse durch die Untersuchungen am graviden Uterus bestätigt. Geht man wieder von der einstrahlenden Muskulatur des breiten Mutterbandes aus, so erkennt man ein großmaschiges Netzwerk, das sich nahe der Ansatzstelle des Bandes am Horn formiert und sich nach der Längsmuskulatur richtend in diese einstrahlt. Es folgt eine dichte Lagerung der Muskelbündel, die sich aber, je näher sie sich am Uterushornscheitel befindet, immer mehr auflockert und eine klare Übersicht, an manchen Stellen mit unbewaffnetem Auge, über die Struktur verschafft. Auch hier erkennt man das am ingravidem Uterus bereits beschriebene langgestreckte rhomboide Netzwerk, nur ist die rautenförmige Anordnung der Muskelbündel viel deutlicher ausgeprägt und man gewinnt fast den Eindruck, als seien die einzelnen Muskelbündel zopfartig miteinander verflochten. Man darf dieses Gefüge aber nicht als Flechtwerk bezeichnen, denn auch hier besteht die Verbindung der einzelnen Muskelbündel durch dünnere sich abzweigende Muskelfasern, die sich nicht isolieren lassen, sondern miteinander verschmelzen. Sehr schön läßt sich das an gedehnten Präparaten nachweisen (Abb. 4), ist aber im Gegensatz zum ingravidem Uterus bereits am ungedehnten Wandstück deutlich zu erkennen. Nicht ganz so deutlich ist diese Auflockerung, wie sie im Bereich der Hörner zu finden ist, am Uteruskörper ausgeprägt. Dort ist noch eine dichte Lagerung der einzelnen Bündel zu erkennen, wobei gleichzeitig eine Verstärkung der Fasern festgestellt werden kann. Im Allgemeinen entsprechen die Verhältnisse am graviden Uterus denen am ingravidem Uterus, nur daß sich durch eine Auflockerung des Muskelgefüges und gleichzeitige Verstärkung der einzelnen Muskelfasern, wobei allerdings keine wesentliche Verdickung der Longitudinalis selbst eintritt, die Gebärmutter auf ihre Aufgabe vorbereitet.

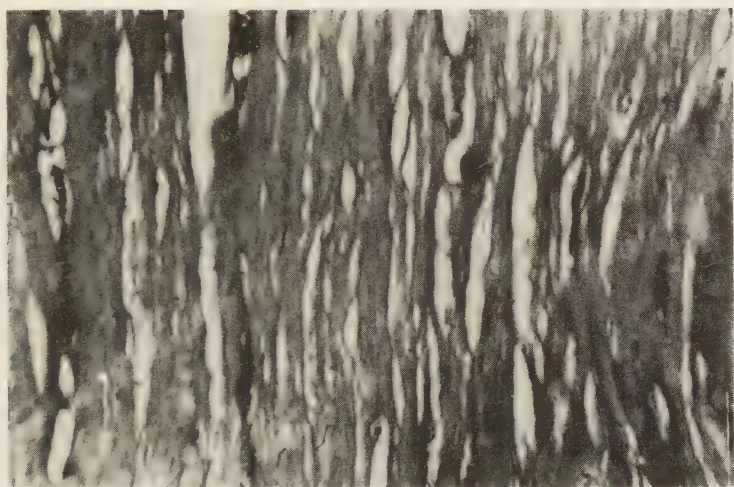


Abb. 4. Flachschnitt der Längsmuskulatur am graviden Uterus im mittleren Hornabschnitt. Mikrophotographie, 50-fache Vergrößerung.

U n t e r s u c h u n g e n ü b e r d e n Ü b e r - g a n g d e r L ä n g s m u s k u l a t u r a u f E i l e i t e r u n d C e r v i x .

Es lag nahe, an Hand von Serienschritten, die an der Hornspitze beginnen und sich auf den ganzen Eileiter erstrecken, die Fortsetzung und den weiteren Verlauf der Längsmuskulatur zu untersuchen. An der Übergangsstelle des Horns in den Eileiter und im Anfangsteil des Letzteren sind die nach kranial auslaufenden Fasern in der am Uterushorn beschriebenen Struktur angeordnet. Die Dicke der Längsmuskelschicht nimmt aber gerade in diesem Abschnitt am meisten ab, um bis zur Hälfte des Eileiters als zur Ringmuskulatur relativ dünne Schicht sich soweit zu verjüngen, daß gegen das abdominale Ende der Tube nur mehr einzelne longitudinale Züge vorhanden sind, die die Ringmuskulatur nicht mehr ganz umschließen und mehr die dorsolaterale Seite des Eileiters bedecken. Diese Längsmuskulatur darf nun allerdings in ihrem Verlauf nicht der Longitudinalis, wie sie am Uterus beschrieben worden ist, gleichgesetzt werden. Denn wie bereits an dem Abschnitt des Eileiters, der noch starken Anteil an der Längsmuskulatur des Uterus hat, vermutet werden kann, daß sich hier Verbindungszüge zwischen Longitudinalis und Zirkularis finden, so bestätigt die Untersuchung von Längs- und Querschnitten in den übrigen Abschnitten der Tube die Verflechtung beider Muskelschichten. Die Longitudinalzüge bilden also nicht ein Netzwerk um die Ringmuskulatur, ähnlich wie dies am Uterus ohne Verflechtung der Fall ist, sondern strahlen in die Zirkularis ein, nicht nur mit einzelnen kleinen Fasern, sondern an manchen Stellen mit ganzen Faserbündeln. Diese Fasern und Bündel gehen teils steil absteigend in die Ringmuskulatur über, teils verbinden sie sich mit ihr mehr oberflächlich.

Ebenfalls nicht einheitlich ist das Vorhandensein einer Vascularis, die zwischen oder in einer der beiden Muskelschichten auftritt und häufig gar nicht als eine eigene Gefäßschicht anzusprechen ist.

Besonders erwähnenswert ist der Gehalt der Mesosalpinx an Muskelzügen, sowie deren Beziehung zur Eileitermuskulatur. Während im Anfangsteil des Eileiters die vom Uterus kommende Längsmuskulatur eine den Befunden am Uterus entsprechende gleichmäßige Ergänzung an Muskelfasern aus der Mesosalpinx erfährt, ist in den folgenden Abschnitten bis zum abdominalen Ende des Eileiters das Auftreten derartiger Fasern ungleichmäßig und letztlich nicht mehr nachweisbar. Die Mesosalpinx setzt sich gegenüber ihrer Ansatzstelle am Eileiter als Bauchfellduplikatur fort, um zur Bildung der Bursa ovarica beizutragen. Diese beiden Blätter der Serosa sind im ersten Drittel des Eileiters noch nicht deutlich abgesetzt, sondern meist nur als schmale am Eileiter entlang führende Falte vorhanden. Diese Falte führt nicht nur Längsmuskulatur, sondern auch schräg in die Ringmuskulatur einstrahlende Fasern. Jedoch verliert sich diese Anordnung der Muskelfasern bald nachdem die Falte sich zur eigentlichen Duplikatur fortsetzt.

Die Fortsetzung der Längsmuskulatur auf Cervix und Vagina geht kontinuierlich vor sich. Ohne durch die im Bereich der Cervix besonders gestaltete Ringmuskulatur beeinflusst zu werden, zieht die Longitudinalis in ihrer Stärke leicht zunehmend über die Cervix hinweg auf den kranialen Teil der Vagina. Die Verbindung beider Muskelschichten ist durch eine stark ausgebildete Vascularis und reichlich vorhandenes Bindegewebe wesentlich gelockert. Die Ansatzstelle des Ligamentum latum verschiebt sich von der lateralen Seite des Uteruskörpers gegen Cervix und Vagina hin mehr nach ventral, wodurch der Längsmuskelschlauch vermehrt die lateralen Seiten des Cervixkörpers umfaßt und ventrolateral erst eine Ergänzung durch fast kraniokaudal verlaufende Muskelfasern aus dem Ligamentum latum erfährt.

S c h l u ß b e t r a c h t u n g .

Die Längsmuskulatur am Uterus des Schweines besteht aus einem langgestreckten Netzwerk, das sich aus Muskelbündeln zusammensetzt, die durch Verästelung untereinander in Verbindung stehen. Im Gegensatz zum Myometrium der unipaaren Tiere, das in seinem Aufbau vorwiegend von zirkulärer Muskulatur beherrscht wird, ist bei den multipaaren Tieren mit schlauchförmigem Uterus die Längsmuskulatur wesentlich beteiligt. Zwar ist beim Schwein ohne Zweifel die Zirkularis die dominierende Muskelschicht, andererseits ist es aber kaum denkbar, daß sie ohne Unterstützung durch die Längsmuskulatur eine Austreibung der Foeten zustande bringen kann. Worin besteht nun diese unterstützende Beteiligung? Die Untersuchungen LEIBRECHTS über die Ringmuskulatur am Uterus des Schweines führten zu einem ähnlichen Ergebnis, nämlich dem Aufbau der Zirkularis aus einem Netzwerk feiner Muskelbündel, die im ingravidem, wie im gravidem Zustand des Uterus im Prinzip genauso gelagert sind wie in der Längsmuskulatur. Ein Unterschied besteht nur darin, daß im Vergleich zur Längsmuskulatur die erwähnten Muskelrhomboide in ihrer Längsdiagonale wesentlich kürzer sind, da ja auch die Fasern der Zirkularis in ihrem Verlauf und den Untersuchungen LEIBRECHTS entsprechend kürzer sind, da sie sonst die Uterusachse umlaufende Spiralen oder konzentrische Ringe bilden müßten. Stellt man sich nun beide Muskelschichten schematisch übereinander und dicht aneinanderliegend vor, so entsteht folgendes Bild (Abb. 5):

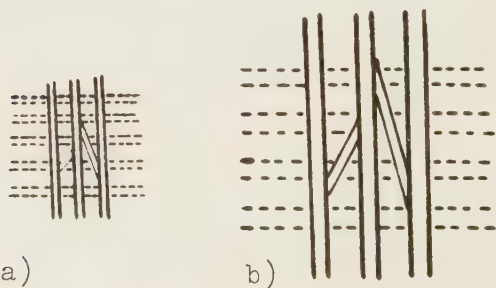


Abb. 5. Schema der Longitudinalis über der Zirkularis liegend. a) ingravid, b) gravid.

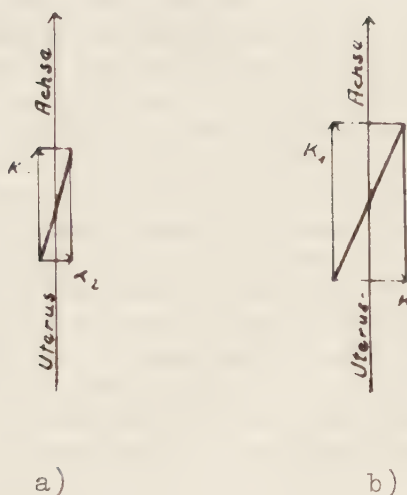


Abb. 6. Verschiebung des Kräfteparallelogramms der Longitudinalis am a) ingraviden, b) graviden Uterus.

K_2 = Die die Zirkularis unterstützende Kraftkomponente, resultierend aus der Verbindungsbrücke zweier longitudinaler Muskelbündel.

Während der Gravidität vergrößert sich nun die Oberfläche der Gebärmutter: 1. Durch Weiterstellung der Maschen des Netzwerkes, 2. durch die Auflockerung des gesamten Muskelgefüges, 3. durch das Wachstum der Muskelzellen. Diese Vorgänge gehen koordiniert in beiden Muskelschichten vor sich. Die Nichteinhaltung dieser Koordination durch eine der beiden Schichten würde eine Kontraktion des Organs nicht ausführbar erscheinen lassen, sie zumindest aber sehr erschweren. Es spielt sich nun mit Eintritt der Gravidität folgender Vorgang ab: Mit dem Wachstum einer zirkulären Muskelfaser geht eine Weiterstellung der Maschen des longitudinalen Netzwerkes Hand in Hand. Umgekehrt erfolgt derselbe Fall, das Wachstum einer longitudinalen Muskelfaser entspricht der Weiterstellung der Zirkularis (Abb. 5). Dadurch besteht eine nach wie vor feste Verbindung der beiden Muskelschichten, die vorhanden sein muß, um eine sinn-

volle Muskeltätigkeit während der einzelnen Phasen des Geburtsablaufes einerseits zu erreichen, andererseits auch die für die Involution der Gebärmutter nötige Kontraktur zu erhalten. An letzterem Stadium dürften die muskulären Elemente der Ligamenta lata wesentlich mitbeteiligt sein. Die eine Uteruskontraktion unterstützende Beteiligung der Längsmuskulatur läßt sich folgendermaßen darstellen: Gleichzeitig mit einer Kontraktion der Ringmuskulatur tritt neben der Verengung des Uteruslumens eine durch die Verbindungsbrücken der Muskelbündel und deren Weiterstellung entstehende Kraftkomponente in Richtung der Uterusachse auf. Diese verhältnismäßig geringere Kraftkomponente - bezogen auf die lange schlauchförmige Gestalt des Schweinuterus - wird, um eine wirksame Kontraktion der Gebärmutter zu erreichen, durch das Zusammenziehen der Längsmuskulatur wesentlich unterstützt. Hierbei kommt die zirkuläre Kraftrichtung der Längsmuskulatur, bestehend aus deren die Muskelbündel verbindenden Fasern, ebenfalls als einer die Hauptkraft der Ringmuskulatur unterstützender Faktor dazu (Abb. 6). Das Ergebnis der Zusammenarbeit beider Muskelschichten läßt erkennen, daß sowohl für die Austreibungsphase bei der Geburt, als auch für die Involution der Gebärmutter der Longitudinalis eine fast der Zirkularis gleichwertige Bedeutung zukommt. Die Längsmuskulatur hat für sich besonders beim Geburtsvorgang wohl noch die spezielle Aufgabe die Gebärmutterschlingen zu raffen, bzw. die Uteruswand über die Frucht hinwegzuziehen. Diese Erklärung des Verhaltens der Längsmuskulatur ergänzt und bestätigt die Untersuchungen LEIBRECHTS (1953).

Ein anderes funktionelles Verhalten der Longitudinalis ist im Bereich des Eileiters anzunehmen. So spricht ihre Verbindung mit der Ringmuskulatur dafür, daß sie dort nicht als zusätzliche Kraft bei der Tubenperistaltik wirkt, sondern mit zur primären Muskulatur, wie sie die Ringmuskulatur ja auch im Eileiter darstellt, gehört, sich damit also an der Mechanik der Zirkularis unmittelbar, d.h. nicht nur als unterstützende Komponente, beteiligt.

Die Longitudinalis im Cervixbereich ist dagegen als eine gleichartige Fortsetzung des strukturellen Systems der Längsmuskulatur des Uteruskörpers zu betrachten und kann so zur Unterstützung des Geburtsvorganges beitragen. Sie ist von der Ringmuskulatur, die im Cervicalbereich dem Verschluß- und Öffnungsmechanismus dient, völlig getrennt. Muskelfasern, die in größerer Anzahl aus der Longitudinalis durch das Stratum vasculare in die Zirkularis eindringen, wie sie LUDWIG (1952) am Uterus der Ratte beschrieb, konnten, abgesehen vom Eileiter, nicht gefunden werden. Die Strukturen der Gebärmuttermuskulatur des Schweines sind demnach wesentlich einfacher gestaltet und lassen, etwa im Vergleich zum Menschen, auch einfachere Deutungen bezüglich ihrer Funktion zu.

Z u s a m m e n f a s s u n g .

In Fortführung der Darstellung von LEIBRECHT (195 über die Ringmuskulatur wird das System der Längsmuskulatur am Schweineuterus auch in seinen Übergängen zu Eileiter und Cervix zur Darstellung gebracht und dessen Funktion gedeutet.

1. Die in ihrer Stärke gut ausgebildete Längsmuskulatur am Uterus des Schweines ist ein langgestreckte Netzwerk, das die Gebärmutter sackartig umschließt und vollkommen getrennt ist von der Ringmuskulatur. Sie besteht im ingravidem Zustand aus dicht aneinander gelagerten Muskelbündeln, die durch Verästelung mit einander verbunden sind. Während der Gravidität erfolgt a) eine Weiterstellung der Maschen des Netzwerkes, b) eine Auflockerung des gesamten Muskelgefüges, c) ein Wachstum der Muskelzellen.

2. Die Erweiterungs- und Kontraktionsvorgänge an der Gebärmutter des Schweines werden durch die Strukturverhältnisse erklärt. Durch die lange schlauchförmige Gestalt des Schweineuterus bedingt, erfährt die Zirkularis in ihrer Aktion eine wesentliche Unterstützung durch die zur Uterusachse quer und längs gerichteten Kraftkomponenten, die bei der Kontraktion der Längsmuskulatur auftreten. Auch bei der Raffung und Dehnung der Uterusschlingen hat die Längsmuskulatur ihre spezifische Aufgabe.

S c h r i f t t u m .

1. BARGMANN, W.: Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen 2. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1951.
2. BAYER, H.: Zur physiologischen und pathologischen Morphologie der Gebärmutter. Freund's Gynäk. Klinik I, Straßburg 1885.
3. BEILLING, K.: Beiträge zur makroskopischen und mikroskopischen Anatomie der Vagina und des Uterus der Säugetiere, Diss. Gießen 1906.
4. BREDNOW, K.: Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Ligamenta lata bei Rind, Schaf und Schwein. Diss. Berlin 1927.
5. ELLENBERGER, W.: Vergleichend anatomische Untersuchungen über die histologische Einrichtung des Uterus der Tiere. Arch.f.wiss.u.prakt.Tierheilkunde 5 (1879).
6. GOERTTLER, K.: Die Architektur der Muskelwand des menschlichen Uterus und ihre funktionelle Bedeutung. Morph. Jb.65, II (1930) 2.
7. HOFFMANN, von: Morphologische Untersuchungen über die Muskulatur des Gebärmutterkörpers. Z.f.Geburtsh.u.Frauenkr. Stuttgart 1876.
8. KILIAN, G.: Die Struktur des Uterus bei Tieren. Z.rat.Med. 9 (1850).
9. KIPFER, K.: Das Muskelsystem des menschlichen Eileiters. Schweiz. Med. Wschr.78 (1948) 65.

10. LEIBRECHT, R.: Über die Struktur der Ringmuskelschicht am Uterus von Rind und Schwein und ihre funktionelle Bedeutung, Diss. München 1953.
11. EDWIG, K.S.: Die Architektur der Muskelwand im Rattenuterus. Acta Anat. 15 (1952).
12. RUGE, C.: Über die Kontraktion des Uterus in anatomischer und klinischer Beziehung Z.f.Geburtsh.u.Gynäk. 5 (1881).
13. NAGLER, M.: Untersuchungen über Struktur und Funktion des Schweineuterus, Dis München 1956.
14. SCHMALTZ: Weibliche Geschlechtsorgane. ELLENBERGER, Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere 2. Paray-Verlag, Berlin 1911.
15. SOBOTTA: Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Uterusmuskulatur. Arch.Mikr. Anat. 38 (1891).
16. STIEVE, H.: Muskulatur und Bindegewebe in der Wand der menschlichen Gebärmutter außerhalb und während der Schwangerschaft, während der Geburt und während des Wochenbettes. Z.mikr.-anat.Forsch. 17 (1929) 3/4.
17. TRAUTMANN, A.
-FIEBIGER, J.: Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. Paray-Verlag Berlin und Hamburg 1949.

18. WAGNER, H.: Ein Beitrag zur Kenntniss der Struktur der menschlichen Uterusmuskulatur und der Faserverschiebung bei der Kontraktion. Arch.Gynäk. 79 (1950).
19. WERTH und GRUSDEW: Untersuchungen über die Entwicklung und Morphologie der menschlichen Uterusmuskulatur. Arch. Gynäk. 55 (1898).
20. WILLIAMS: The mucous membran of the body of the Uterus. The obstretik journal of Great Britain and Ireland 3 (1875/76). Zitiert nach SOBOTTA.

Am Schluß meiner Arbeit erfülle ich die mir angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. W. Baier für die Überlassung des Themas meiner Arbeit und die mir jederzeit freundlich gewährte Unterstützung meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

L e b e n s l a u f

Ich, Hermann Westermayer wurde am 30.6.1929 in Sonthofen/Allgäu als Sohn des Pfarrers Friedrich Westermayer und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Grobe geboren. Von 1936 bis 1940 besuchte ich die Volksschule Stadtpfleger Anger und von 1940 bis 1949 das Gymnasium bei St. Anna in Augsburg. Im Juli 1949 legte ich die Reifeprüfung ab. Am 6. November begann ich das tiermedizinische Studium an der Universität München. Im Oktober 1955 bestand ich die tierärztliche Prüfung und war vom 1. November 1955 bis 18. Juni 1957 als Veterinär-Praktikant und Assistent tätig. Z.Zt. bin ich als wissenschaftliche Hilfskraft im Bayer. Stammgestüt Schwaiganger tätig.

